

Koostaja: Annely Soots, arst, funktsionaalse toitumise terapeut

Retsensendid: Eliisa Lukk, bioloog, funktsionaalse toitumise terapeut; Sirli Kivisaar, funktsionaalse toitumise terapeut; Tiiu Vihalemm, biokeemik-toitumisteadlane, TÜ emeriitdtsent

RAUAPUUDUSANEEMIA TOITUMISTERAAPIA

SISUKORD

1. Raud toidus ja inimkehas	2
1.1. Mineraalne raua vajadus Eesti riiklike toitumissoovituste alusel	2
1.2. Raud toidus, soolestikus ja inimkehas	2
1.3. Raua liig kehas on ohtlik	6
2. Rauapuudus	6
2.1. Rauapuudusega seotud aneemiad	7
3. Raud ja toitumine	8
3.1. Toitumissoovitused	8
3.2. Alkohol ja raud	9
3.3. Raua imendumist vähendavad toiduained	10
Kokkuvõte	12
Kasutatud kirjandus	12
Lisa 1. Väga kõrge rauasisadlusega toiduained	14

SISSEJUHATUS

Toitumisterapeudi kompetentsi kuulub rauapuudusaneemia korral toitumise korrigeerimine, tarbitava raualisandi ohutuse hindamine ning kõrvaltoimete korral ohutuma preparaadi soovitamise koostöös arsti, ämmaemandaga vt spetsialistiga, kes on selle määranud.

Toitumisenõustaja tunneb rauarikkaid toiduaineid, teab toiduaineid, mis mõjutavad raua imendumist ning oskab koostada menüüd rauavaegusaneemiaga isikule toitumisterapeudi või arsti juhendamisel. Toitumisenõustaja kompetentsi ei kuulu haiguspuhuse toitumise ega raualisandite soovitamise.

1. RAUD TOIDUS JA INIMKEHAS

1.1. MINERAALINE RAUA VAJADUS EESTI RIIKLIKE TOITUMISSOOVITUSTE ALUSEL

Rauavajadus on igapäevaselt täiskasvanul 10 mg, menstrueerivatel naistel, rasedatel ja imetavatel emadel 15 mg. Suhteline rauavajadus on kõige suurem imikutel ja väikelastel (6–24 elukuud) ja noorukitel (12–16 aastat), kuna neis vanuserühmades on kasvutempo kõige kiirem. Viljakas eas naised vajavad samuti rohkem rauda menstruatsiooni ajal tekkiva rauakao ja raseduse ajal lisanduva loote rauavajaduse tõttu.

Rauda on peamiselt vaja:

- vereloomes **hemoglobiini** ja lihaskoes valgu **müoglobiini** sünteesiks. Raud on hemoglobiini võtmekomponent. Selle kaudu teostab hemoglobiin hapniku sidumist ja transporti (hapniku viimine kopsudest kudedesse);
- nende biomolekulide koostises, mis osalevad **ATP (adenosiintrifostaat) tootmises** ja aitavad **kahjutuks teha organismi sattunud kehavõõraid ühendeid** (tõstes seeläbi vastupanuvõimet stressile ja haigustele), olles oluline komponent paljudes ensüümides. Näiteks on raud vajalik tsütokroomide talitluses, olles seeläbi haaratud energiarikka ühendi (ATP) tootmisse.

Inimorganismis on raua kasutatav varu ferritiinis, seerumi ferritiinitase on väga hea organismi rauavarude näitaja.

1.2. RAUD TOIDUS, SOOLESTIKUS JA INIMKEHAS

Raud imendub toidust kaksteistsõrmiksoole ja peensoole ülemise osa limaskestast rakkudesse. Raua imendumine on reguleeritud erinevate mehhanismide poolt.²

Toitudes on raud **heemse (hemoglobiinist või müoglobiinist pärit) ja mitteheemse rauana**. Heemse ja mitteheemse raua imendumine on reguleeritud erinevate mehhanismide poolt.

HEEMNE RAUD moodustab ligikaudu 10% segatoiduliste toidulaua üldrauasaldusest ja seda leidub peamiselt lihas, siseelundites, veres, kalades, mereandides, munakollases.

Heemne raud imendub oluliselt paremini kui mitteheemne. Heemse raua viimine soolevalendikust soole limaskestarakku toimub retseptorite abil ja seetõttu ei sõltu soolevalendikus olevatest ainetest ja nende hulkadest. Heemsest rauast imendub umbes 20%.

Teraviljades ja muudes **taimset päritolu toitudes**, aga ka **piimas olev raud on MITTEHEEMNE RAUD - ferriraud**. Toidurauast enamasti (85-90%) on mitteheemne, seotud kandjatega. Umbes 5% sellest rauast imendub rauaosakestena. Mitteheemse raua imendumist soodustab nt C-vitamiin, vabastades raua kandjast.

Mitteheemne raud esineb toidus ja soolestiku füsioloogilise pH juures **ferriraua vormis (Fe³⁺)**, imendumiseks peab ta aga olema **ferrorauana (Fe²⁺) või heemina**.^{2,3,5}

Madalam pH kaksteistsõrmiksoole (duodeenumi) ülemises osas laseb vastavatel ensüümidel soolerakkude hariäärises mittelahustuva ferriraua (Fe³⁺) lahustuvaks ferroraua iooniks (Fe²⁺) muuta, mille järgselt see transportitakse vastava transportavalgu abil rakku sisse. Soolerakust verre aitab rauda viia spetsiifiline raua transpordivalk membraanis. Kui raud on selle poolt eksporditud, peab ta muutuma

jälle ferrovormist ferrivormiks, et seonduda **transferriniiga ehk raua transportiva valguga** veres, mis seob endaga ainult ferrirauda (Fe³⁺), rakkudesse sisse saab viia ainult ferriioone. Ferritiini sees on raud samuti turvaliselt ferriioonina.²

Kaksteistsõrmiku ehk duodeenumi happesusest (pH-st) sõltuvat mitteheemse raua imendumise protsessi inhibeeritakse või soodustatakse teatud toidu komponentide poolt.

Mitteheemse raua imendumise soodustajad

Imendumist soodustavad askorbiinhape (C-vitamiin) ja tsitraadid, aga ka lihas, kalas ja linnulihas leiduv MFP (*meat, fish and poultry*) faktor.¹

Askorbaadid ja tsitraadid toidus suurendavad raua imendumist, sest toimivad nõrkade kelaatoritena (sidujatena), aidates kaksteistsõrmiksooles muuta mineraalaineid lahustuvamateks. Raud on sellistest kompleksidest kergemini limaskestast rakkudesse transportitav. Askorbiinhape aitab ka vähendada teiste inhibeerivate ühendite negatiivset toimet raua imendumisele nagu fütaateid, polüfenoolide, kaltsiumi ja piimavalgu. Keetmine, tööstuslik töötlemine ja säilitamine lõhuvad askorbiinhapet ja vähendavad toimet raua imendumisele.³

Mõju on peamiselt seetõttu, et ta taandab ferrirauda ferrorauaks ja ka seetõttu, et ta seob endaga (moodustab kelaate) ferrirauda happelise pH juures maos, säilitab seotuse ja aitab raual lahustuvaks muutuda ka kaksteistsõrmiksoole aluselises keskkonnas.²

Kuigi askorbiinhape soodustab raua imendumist, võib ta toimida koos rauaga antud lisandis mao-sooletrakti kahjustavalt, sest C-vitamiinil on võime muuta raua ferrirauast ferrorauaks. C-vitamiin rauapreparaadis suurendab mao-sooletrakti kõrvaltoimete sagedust nagu ebamugavustunne ülakõhus, iiveldus, kõhulahtisus ja kõhukinnisus, sest raua poolt tekitatud oksüdatiivne stress soolevalendikus võib suureneeda C-vitamiini toimele. Sellised oksüdatiivsed reaktsioonid prevaleeruvad madalate askorbaat-raud suhete puhul, kuid askorbaat-raud suhte optimiseerimisega saab vältida raua poolt tekitatud vabade radikaalide moodustumist.⁴

Kahjulik on soolele just ferroraud, kui seda on palju ja see ei imendu. Raud peaks olema soolestikus seotud kujul. Happesus soodustab lahustuvust, raua muutmist lahustuvaks ferriiooniks, mida soodustab ka C-vitamiin. C-vitamiin soodustab aga ka raua vabanemist kandjatest ja vaba raua tekkimist, mis on tugev oksüdatiivse stressi tekitaja, kui see ei imendu, vaid jääb soolestikku.⁵

Mitteheemse raua imendumise takistajad

Mitteheemne raud on toidus enamasti ferrirauana (Fe³⁺), mis on seotud valkude või orgaaniliste hapetega (nn kandjad). Imendumiseks peab ta kandjast vabanema ja redutseeruma.

Mitteheemse raua imenduvus sõltub söögikordade koostisest, imendumist pärsivad toidus leiduvad **fütaadid, fosfaadid, suures koguses kiudained, rohke alkohol, raua siduvad fütotoitained polüfenoolid nagu nt tanniinid** (rohkest leidub neid mustas ja taimetes, kohvis, veinis, kaun- ja teraviljades, puu- ja köögiviljades) ja **oksalaadid** (rohkest leidub spinatis, lehtpeedis, ubades ja pähklites).^{1,2} **Kaltsium** inhibeerib nii heemse kui mitteheemse raua imendumist.³ Samuti on leitud, et

loomsed (kaseiin, vadak, munavalge) ja **taimsed valgud** (sojavalk) takistavad inimesel raua imendumist.²

Toidu termiline töötlemine lõhub neid taimedes olevaid rauakomplekse ja mitteheemse raua kättesaadavus toidust paraneb. Ka seemnete idandamine teeb neis oleva raua paremini omastatavaks. Toidust võime rauda saada ka toidu lisaainete koostises (raud(II)glükonaati (E579) ja raud(II)laktaati (E585) lisatakse toidule stabilisaatoritena).⁵

Teistel metallidel on rauaga sarnased soolest imendumise teed, mistõttu nad võivad „**võistelda**“ rauaga imendumise pärast. Sellised metallid on **plii, mangaan, koobalt ja tsink**. Pliimürgistusega nt kaasneb rauapuudus.³

HEEMSE RAUA IMENDUMINE on retseptor-vahendatud. Heemi sissevõtt rakkudes suureneb rauapuudusel. Selles protsessis osalevad paljud keerulised mehhanismid.⁶

Mao happelises keskkonnas heem vabastatakse hemoproteiinidest ja ta imendub peensoole ülemises osas.

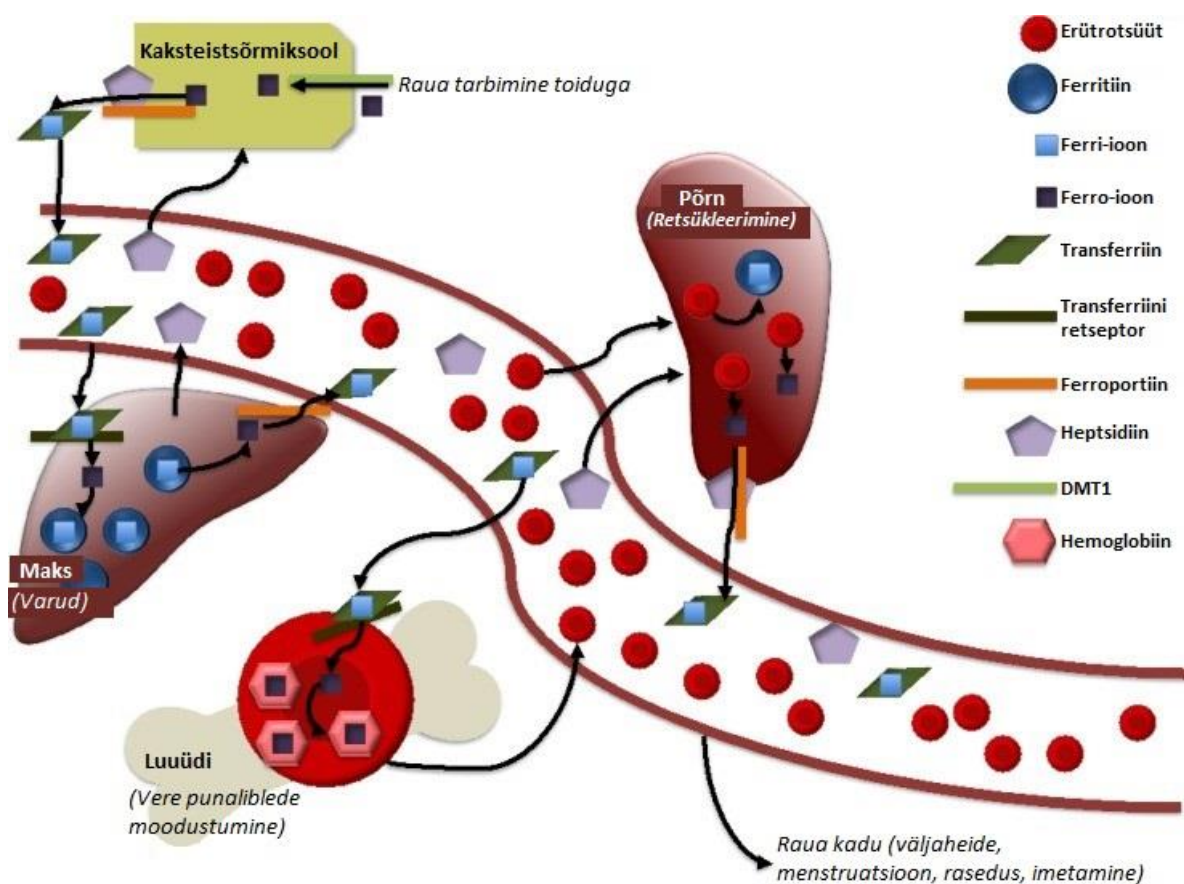
Heem on **kõrgelt bioaadav (15–35% imendub^{2,3}, imendunud rauast moodustab see u 10%²)** ja tema imendumine pole mõjutatud soole pH ja toidufaktorite poolt. Heemse raua **imendumine sõltub teatud määral rauavarudest inimkehas ja praktiliselt ei sõltu soolevalendikus olevatest ainetest ja nende hulgast** (nn kaasfaktoritest nagu nt kaksteistsõrmiku pH ja toidufaktorid). **Rauapuudusel imendub rauda rohkem ja küllusel imendumine blokeerub.**^{1,2}

Heemne raud heemi koostises pärineb loomsetest valkudest (hemoproteiinidest hemoglobiinist ja müoglobiinist). Meie kehas leidub suur hulk rauda samuti hemoglobiini koostis, lihasrakkudes leidub teda müoglobiinina.

Mitteheemse raua imendumine on palju väiksem ning see on tugevalt mõjutatud toidukomponentide poolt.

Faktorid, mis mõjutavad mitteheemse raua imendumist^{1,2,3}

Bioaadavus	Heemil suurem kui ferrorraual (Fe ²⁺)
Inhibiitorid	Fütaadid, polüfenoolid (sh tanniinid), oksalaadid, raua ülekoormus, madal maohappesus, mõned valgud (kaseiin, vadak, munavalge ja sojavalk), kaltsium
Võistlejad	Plii, koobalt, strontsium, mangaan, tsink
Soodustajad	Askorbaat, tsitraat, aminohapped, rauapuudus, liha, kala ja linnuliha



Raud inimkehas: Burke jt 2014.⁷

Läbi sooleraaku membraani transporditakse raud divalentse metalli transporter 1 (DMT1) (sissetoomine) ja ferroportiini abil (väljaviimine). Ferroportiin seotakse valgu **heptsidiiniga**, mis hoiab ära ferroportiini ekspordifunktsiooni ja vähendab sellega seerumi rauaioonide taset.⁷

Skeemil lihtsustatult ja kokkuvõtlikult raua metabolism:⁷

- Mitteheemne raud imendub soolestikus **divalentse metalli transporter 1 (DMT1)** abil.
- Ferriraud taandatakse ferrirauaks ja siis eksporditakse rakust välja **ferroportiini** abil.
- Vesikeskkonnas transporditakse teda **valgu transferrini** abil. Transferriniga seotud raud viiakse rakkudesse sisse transferrinretseptorite abil maksas, südames jt keha olulistest kudedes, kus teda säilitatakse **ferritiini** sees.
- **Heptsidiin**, mida toodetakse maksas, aitab reguleerida raua metabolismi, sidudes ferroportiini ja takistades sellega raua rakust väljumist.
- **Luuüdis** on raud hemoglobiini sees selleks, et teda saaks erütrotsüütidesse võtta.
- Üleliigsed erütrotsüüdid hävitatakse põrna retikuloendoteliaalsete makrofaagide poolt, mis metaboliseerivad hemoglobiini ja heemi ja vabastavad raua vereringesse.
- Raua eritumist ei toimu neerude ja maksa kaudu, aga väikesed kogused erituvad roojaga, naised kaotavad raua menstruatsiooniga.

Heptsidiin

Heptsidiini taset teguleerib vere rauatase, aga tema hulka suurendavad ka põletikulised tsütokiinid ja hapnik. Heptsidiin seondub ferroportiiniga, mille tulemusena raud jääb ferritiini sisse ja hoitakse ära

tema imendumine verre. Soolestikus soodustab heptsidiin raua eritumist läbi soolerakkude väljaheitesse ja kehast välja. Kui heptsidiini tase on madal ja ferroportiin allareguleeritud, siis ferrirauda seondub rohkem transferriniga.²

1.3. RAUA LIIG KEHAS ON OHTLIK

Raua üleküllus on kahjulik südamele, maksale ja endokriinorganitele. Liigselt ferroraua ioone moodustab vabu hüdroksüülradikaale läbi Fentoni reaktsiooni, mis põhjustab kudede kahjustust läbi oksüdatiivsete reaktsioonide lipiidide, valkude ja nukleiinhapetega. Seega on raua imendumine ja biosaadavust mõjutavad faktorid kehas nii hästi reguleeritud kui võimalik.²

Raud on reaktsioonihimuline, seetõttu peaks ta inimorganismis olema kogu aeg seotud kujul, seotuna on ta kasulik ja mittetoksiline. Vabanenud raud on ülitugev oksüdatiivse stressi looja. Vaba raua kahjuliku toime ärahoidmiseks on organismis süsteemid nii raua transpordiks kui salvestamiseks.

Raua eritamiseks inimkehas spetsiaalset süsteemi ei ole, seega ei saa ka raua hulka organismis eritamise kaudu reguleerida. **Raud lahkub organismist vananenud soole- ja naharakkude koostises ning verekaotustega.** Tavaliselt ei ole rauda uriinis ega higis, aga **kurnava füüsilise koormuse ning raske palavikugaiguse ajal ja järel võib raud erituda higiga**, arvatavasti püüab organism neil puhkudel rauda verest ära viia. Tavatingimustes on rauakadu umbes **1 mg ööpäevas**. Umbes sama hulk rauda tuleks igapäevaselt toiduga juurde saada. 1 mg raua omastamiseks inimkehas peaksid naised saama toiduga 13-17 mg rauda ja mehed 11-14 mg. Päevaseks ohutuks raua üldkoguseks arvatakse olevat kuni 25 mg. See 25 mg hõlmab nii toidus ja joogis sisalduvat kui ka mitmesugustest preparaatidest saadavat rauda.⁵

2. RAUAPUUDUS

Vere punalibled kannavad kudedesse hapnikku hemoglobiini abil, mille võtmekomponent on heemi koostises esinev raud.

Rauapuuduse tagajärg on hapnikupuudus (ja sellest tulenev energiapuudus) kudedes ning raua vajavate ensüümide puudulik funktsioneerimine. Keha vajab rauda heem-ensüümide jt raua sisaldavate ensüümide koostises, mis on haaratud elektronide ülekandesse ja oksüdatsiooni-reduktsiooni ehk redoksreaktsioonidesse.³

Rauapuudus toob kaasa aneemia, immuunsüsteemi nõrgenemise ning energiataseme ja füüsilise võimekuse languse. Juba kerge rauapuudus avaldub nõrkuse ja väsimusena, areneval lapsel võivad tekkida õppimiskärsed. Niisuguste sümptomide ilmnemisel soovitage teha perearsti juures **vere analüüs**.

Tänapäeva toidus on rauda piisavalt, rauapuudus toidus on aneemia põhjuseks pigem arengumaades, arenenud maades on sagedamini probleemiks häirunud imendumine.²

2.1. RAUAPUUDUSEGA SEOTUD ANEEMIAD

Rauavaegusaneemia⁸

Rauavaegusaneemia on kõige sagedasem aneemia liik. **Aneemia peamisteks tekkepõhjusteks** peetakse raua puudust toidus, raua puudulikkust imendumisel seedekulglast ja raua kadu verejooksude korral (sh menstruaalverejooksudega). Meestel ja postmenopausis olevatel naistel on sagedasemaks rauapuuduse põhjuseks seedekulgla verejooks, näiteks haavandist mittesteroidsete põletikuvastaste preparaatide (atsetüülsalitsüülhape, ibuprofeen jt) kasutamisel, jämesoole kasvaja, emakakasvaja, doonorlus.

Rauavegusaneemia sümptomid: Kahvatus, väsimus, ärritatavus, õhupuudustunne, madal vererõhk (hüpotoonia), valulik keel, lõhed suunurkades, söögiisu vähenemine või puudumine, peavalu otsmiku piirkonnas, haprad murduvad küüned, isu ebatavaliste ainete järele (kriit, tsement, jää, ajalehepaber, tikud).

Ravi: Rauavaegusaneemia ravi esimeseks etapiks on põhjuse likvideerimine, mis on viinud raua defitsiidi tekkimisele. Ainuüksi dieedi korrigeerimisest ei piisa, vajalik on rauaasendusravi suukaudsete rauapreparaatidega.

Rauapreparaate tuleks võtta enne sööki tühja kõhuga, kuid tihti muutub see võimatuks, kuna sagedasemaks raua preparaatide kõrvaltoimeks on seedetrakti ärritusnähtud. **Antatsiidide ehk maohapet langetavate ravimite kasutamine samal ajal vähendab raua imendumist**, seetõttu neid ei tohiks kasutada samal ajal rauapreparaatidega.

Peamised tüsistused on tavaliselt seotud **rauapreparaatidega, mis põhjustavad seedetrakti ärritusnähte.**

Kroonilise haiguse aneemia⁸

Kroonilised infektsioonid ja mõningad teised kroonilised haigused võivad põhjustada vereloome muutusi, mis viib punavererakkude (erütrotsüütide) eluea lühenemisele, raua sisalduse langusele vereseerumis ja luuüdi aktiivsuse vähenemisele. Selle tulemusena areneb kerge või mõõdukas aneemia.

Haigused, mis kõige sagedamini põhjustavad kroonilise haiguse aneemiat, on bakteriaalne endokardiit, osteomüeliit, juveniilne reumatoidartriit, põletikuline soolehaigus, reuma, krooniline neerupuudulikkus.

Sümptomid on sarnased rauavaegusaneemiale: Kahvatus, väsimus, nõrkus, peavalu, unisus, õhupuudustunne, pearinglus. Lisaks esineb isikul krooniline infektsioon vm haigus.

Ravi on kroonilise haiguse või infektsiooni ravi. Eduka kroonilise haiguse või infektsiooni raviga taandub aneemia iseenesest.

NB! Toitumisnõustajal ja -terapeutil on oluline teada, et niisuguse aneemiavormi korral on raua lisamanustamine ilma analüüside ja arsti korralduseta ohtlik.

3. RAUD JA TOITUMINE

3.1. TOITUMISSOOVITUSED

On üsna üldteada, et rauda saab punasest lihast, vähem aga tuntakse häid taimse raua allikaid. Kuna rohke lihatarbimine ei ole soovitatav ning kogemused näitavad, et see ei ole ka tulemuslik, tuleks suuremat tähelepanu pöörata taimsetele rauaallikatele. Samas on raua omastamine taimsetest allikatest organismile raskem, raud on seal seotud kujul ning seda saab paremini kätte termilise töötlemise või C-vitamiini kaasabil.

Levinud arusaama järgi võib aneemia tabada eeskätt taimetoitlasi, sest raua imendumine taimsetest allikatest on halvem kui loomsetest. Reaalsuses ei esine rangelt vegetaarlastel rohkem rauapuudust kui omnivooridel. Ka Eesti riiklikud toitumissoovitused toovad välja selle, et taimetoitlastel ei esine sagedamini rauavaegust.

TOITUMISSOOVITUSED

Menüü planeerimist ja tervisliku tasakaalustatud toitumise soovitusi vt ETTA haigusi ennetava toitumise juhised.

- **Lisada menüüsse heemse raua rikkad toiduained:** Nutridata andmetel on rauarikkad veretooted, siseelundid (maks nt), mereannid, punane liha (lambaliha, veiseliha ja sealih, kalkunifilee (rauda 3,36 - 1,03 mg 100 g kohta)).
- **Muuta menüü mitteheemse raua imendumist soodustava C-vitamiini rikkaks.**¹ Eriliselt C-vitamiinirikkad toiduained on Nutridata ja FoodData Central andmebaaside⁹ alusel paprika, brokoli, lehtkapsas jt kapsad, värsked maitseürdid, roheline sibul, porrulauk, hernerid ja enamasti puuvilju ning marju (kõige suurema sisaldusega on kibuvitsamarjad, guajaav, astelpajumarjad, sõstrad, murakad ja pihlakamarjad, kindlustades 100 grammis päevase vajaduse 100 mg või rohkem). C-vitamiinisisaldus on kõrgem kuumutamata ehk värskes toidus.
- **Tarbida tasakaalustatult taimset ja loomset toitu.** Raua omastamine toidust suureneb, kui igapäevane toit sisaldab nii loomseid toiduaineid kui rikkalikult vitamiini C. Uuringud näitavad, et liha, kala või linnuliha lisamine taimsele toidule parandab taimse raua omastamist, mida aga ei tee muna tarbimine.³
- **Valida menüüsse rauarikkamad taimsed toiduained.** Suhteliselt palju rauda sisaldavad Nutridata ja FoodData Central andmebaaside⁹ alusel paljud aedviljad, eriti just **kaunviljad**, ning teraviljadest **kinoa**. Kaunvilja ja keedetud kinoa kõrvale sobib hästi heade õlide (näiteks *extra virgin* oliiviõli, kanepiõli, sojaõli) ning sidunimahlaga valmistatud salat.
- **Salat** eraldi toiduna võiks olla koos **molluskite või krevettidega**, mis on kõrge rauasisaldusega⁹ (nii heemse kui mitteheemse). Salatis (ja ka smuutides) on hea kasutada tükeldatuna suurelehelisi **rohelist lehtköögivilju**, samuti **kressi, lutserniidusid, vetikaid ja erinevate seemnete segu**. Lisada võib natuke sidrunimahla.

- Head rauaallikad on on Nutridata ja FoodData Central andmebaaside⁹ alusel **alf-alfa (lutserni) idandid, rohelised maitsetaimed ning nõges, samuti punapeet ja tomat**. Nendes on ka C-vitamiini, mis soodustab raua imendumist. Samuti sisaldavad rauda **puuviljad ja marjad** (suurema sisaldusega on viigimarjad, datlid, viinamarjad ja aprikoosid), mida võiks tarbida oodeteks.
- Soovitatav on kasutada toidu valmistamiseks emalleerimata **malmpada ja malmpanni** – ka need on rauaallikad. Toitu valmistades raud tõepoolest eraldub malmanumast ning on tõendatud toime aneemiale, eriti laste puhul.¹⁰ Mida happelisem toit ja pikem keeduaeg, seda rohkem eraldub rauda.
- Lülitada menüüsse koos teraviljadega nendest pärineva mitteheemse raua imendumist soodustada võivad **A-vitamiini- ning beeta-karoteeniderikkad toiduained**.¹¹ A-vitamiinirikkaamad toiduained on: maks, rasvasemad kalad ja piimatooted (või, juust ja koor), munakollane jt. Beeta-karoteenirikkaamad toiduained on porgand, kibuvitsamarjad, maguskartul, lehtkapsas, lehtpeet, spinat, apteegitill, erinevad salatilehed, kukseseeded, till, petersell, murulauk, roheline sibul, basiilik jm maitseroheline jt. Seda, kas A-vitamiin ja beeta-karoteenid raua imendumist soodustavad, ei ole lõplikult kinnitatud.¹² Samas on tuvastatud sageli A-vitamiini puuduse ja rauapuuduse sagedane koosinemine ning teada on, et A-vitamiini puudus mõjutab raua metabolismi. Kui esineb mõlema puudus, annab parema toime mõlema lisamanustamine. Loomkatsetes on leitud, et rauapuudus mõjutab plasma A-vitamiinitaset. Seetõttu on otstarbekas menüüsse planeerida ka A-vitamiini/beetakaroteeniderikkaid toiduaineid.¹³
- Teada on ka, et tõsine rauapuudusaneemia häirib tugevalt kilpnäärme metabolismi, kui isikul esineb joodipuudus. Seetõttu on oluline hinnata ka toidu joodisisaldust, eriti rauapuudusele lisanduva kilpnäärme alatalitluse korral.¹³
- Menüüsse võiks lülitada tasakaalustatud toitumise osana ka punapeedi tarvitamise, seda ka väikese koguse mahlana. Punapeet sisaldab erinevaid kasulikke tugevatoimelisi ühendeid ning rauda 0,8-0,9 mg/100g kohta, mistõttu usutakse, et tema söömine on kasulik rauapuuduse korral. Punapeedi mahla tarbimine on ühes uuringus tõesti mõjutanud vere rauanäitajaid, aga selles uuringus tarbiti 200 ml mahla 6 nädalat.¹⁴ Soovitus on lisada punapeet ja punapeedi mahl pidevalt menüüsse, mitte teha selliseid suure mahlakogusega kuure.

3.2. ALKOHOL JA RAUD

Väike alkoholikogus söögi ajal soodustab raua imendumist, **vein** sisaldab ka ise rauda (Nutridata andmetel⁷ roosa vein 0,95 mg, punane 0,82 mg, valge 0,5 mg), alkoholi tarbimine tõstab raua ja ferritiini taset, muutudes alkoholikutel isegi ohtlikuks.

Samas on punases veinis polüfenoole (tanniini), mis takistavad raua imendumist. Punases veinis on polüfenoolide sisaldus 10 korda kõrgem kui valges veinis. Neli eraldiseisvat uuringut näitas, et raua imendumine oli 2-3 korda suurem valgest veinist kui punasest, kuid tänu alkoholi olemasolule ei ole

polüfenoolide raua imendumist pärssiv mõju märkimisväärne. Kui alkoholikogust veinis vähendati, vähenes raua imendumine punasest veinist peaaegu kolmandiku võrra.¹⁵

Alkoholi tarbimine soodustab raualiia tekkimist kehas

Krooniline alkoholi tarbimine soodustab raua imendumist kaksteistsõrmiksooles ning alkoholi liigtarbijatele on ka iseloomulik kõrge tsirkuleeriva ja ladustatud raua tase kehas.¹⁶ On leitud ka, et isegi mõõdukas koguses alkoholi tarbimine suurendab raua ja ferritiini (rauda ladustav valk rakkudes) sisaldust, transferrini (veres rauda siduva valk) rauaga küllastatust ja maksas raua sisaldust. Nii raud kui alkohol põhjustavad oksüdatiivset stressi ja lipiidide oksüdatiivseid kahjustusi, viies maksakahjustuseni. Liigset raua kuhjumist peetakse peamiseks alkohoolse maksahaiguse põhjuseks.¹⁷ On leitud, et õlu suurendab kehas seerumi raua ja ferritiini sisaldust rohkem kui kanged joogid ja vein.¹⁸

NHANES(III) (*National Health and Nutrition Examination Survey*) ehk Kolmandas Tervise ja Toitumise Hindamise uuringus võrreldi 12 kuu jooksul alkoholi mittetarbijaid (8839 isikut) ja tarbijaid (4976 isikut, kes tarbisid alkoholi alla 1 alkoholiühiku päevas, 1153 isikut, kes tarbisid 1-2 alkoholiühikut päevas ja 915 isikut, kes tarbisid üle 2 alkoholiühiku päevas). Vaadeldi aneemiamarkereid ja raua liiaga seotud markereid (tõusnud seerumi transferrini rauaga küllastatus ja suurenenud ferritiini tase). **Alkoholi mittetarbijatega võrreldes oli raua sisaldus märkmisväärselt suurem nendel, kes tarbisid üle 2 alkoholiühiku päevas** ja igasuguse hulga alkoholi tarbimine seostus 40% väiksema aneemia riskiga. **Kuni 2 alkoholiühiku päevas tarbimisel on madalam risk rauapuudusele ja rauapuudusaneemiale ilma kaasneva riskita raua ülekoormusele.** Üle 2 alkoholiühiku päevas tarbimine seondub märkimisväärse raua ülekoormuse riskiga.¹⁹

Alkoholiühik on 10 g puhast ehk absoluutset alkoholi. Ühele alkoholiühikule vastab ligikaudu ühe pudeli (330 ml) õlle, ühe pokaali veini (120 ml) või ühe napsu kange alkoholi (40 ml) alkoholisisaldus.¹

3.3. RAUA IMENDUMIST VÄHENDAVALD TOIDUAINED

Raua ja teistegi mineraalainete imendumist takistavad mitmed taimedes leiduvad ühendid (fütaadid, polüfenoolid (sh tanniin) jt), sama toime on kiudainepreparaatidel. Nagu eespool nimetatud, väheneb raua imendumine toiduga liigse raua saamisel, maohapet vähendavate ravimite tarvitamisel ning lisandina suuremate koguste kaltsiumi, mangaani ja tsingipreparaatide tarvitamisel, mis imendumist vähendavad või rauaga konkureerivad.

- Raualisandiga samaaegselt mitte **tarbida kaltsiumi, tsingi ja mangaanilisandeid.**
- **Piimatooteid, eriti kaltsiumirikkaid (nt juustud),** võiks tarbida rauarikkast toidust või rauapreparaatide tarbimisest eraldi.

Erinevalt teistest raua imendumise inhibiitoritest mõjutab **kaltsium mõlema, nii heemse kui mitteheemse raua imendumist.** Doosist sõltuv inhibitoorne efekt on saadud 75-300 mg kaltsiumi lisamisel leivale ja 165 mg kaltsiumit sisaldava piimatoote tarbimisel. Sellised üksiku toiduainega seotud uuringud on näidanud kaltsiumi mõju raua imendumisele, aga

laia toiduvaliku ja teiste imendumist soodustavate ja inhibeerivate tegurite juuresolekul on kaltsiumil raua imendumisele väga väike mõju.³

- Mitte liialdada valgurikka toiduga. Kirjeldatud on inhibeerivat mõju mitteheemse raua imendumisele **loomsete valkude, kaseiini, munavalge, vadaku ja taimse sojavalgu puhul**.^{2,3}
- Tera- ja kaunvilja on soovitatav nende **fütaadisisalduse vähendamiseks** eelnevalt idandada, fermenteerida/hapendada, leotada või keeta.²⁰ Soovitatav on valida juuretise baasil valmistatud leib, fermenteeritud sojatoode (nt miso ja tamari), idandatud herved, asuki- või mungvignad, alf-alfa ehk lutserni idandid või läätsed.
 - Fütaat on peamine fosfori ladestumise vorm paljudes taimedes, eriti teravilja kliides ja seemnetes ning kaunviljades. Fütaadid võivad moodustada lahustumatuid komplekse metallide (Ca, Zn ja Fe) või valkudega, vähendades nende imendumist.²¹ Fosfaadid toidus nagu fütiinhape (inositool heksakisfosfaat (IP6) või inositool polüfosfaat) ioniseeruvad füsioloogilise pH juures fütaadi anioonideks. Fütiinhappel ja fütaadil on tugev võime seonduda toidust pärit mineraalainetega nagu kaltsium, raud ja tsink, takistades nende imendumist.²²
- Mitte liialdada oksalaadi- ja oksaalhapperikaste toiduainete tarbimisega. **Oksalaadid** spinatis, lehtpeedis, ubades ja pähklites vähendavad samuti raua imendumist.² Oksalaadid on taimedes leiduvad oksaalhappest moodustunud ühendid, mis seovad endaga kergesti metalli ioone, moodustades lahustumatuid oksaalhappe soolasid (Na oksalaat, Ca oksalaat jt).²³
- **Ärge jooge raurikka toidu kõrvale teed, kakaod või kohvi.** Üks tähtsam taimedes sisalduv raua imendumist takistav aine on **polüfenoolne ühend tanniin**, eriti tanniinirohked on **tee** (vähemal määral taimeteed), **kohv ja punane vein**, aga ka teised polüfenoolid köögi-, puu-, tera- ja kaunviljades on näidanud inhibeerivat toimet raua imendumisele. **Polüfenoolid koos teraviljas leiduva fütiinhappega** avaldavad koos tugevamat toimet kui fütaadid üksi. Näiteks on **kakao ja tume šokolaad** suure rauasisaldusega, kuid see on mitteheemne raud, mis imendub halvasti ning kakao polüfenoolidesisaldus on kõrge.²⁴

Võrreldes veega tarbitud einega vähendasid joogid, mis sisaldasid 20-50 mg polüfenoole toidukorra kohta, leivapõhisest toidust raua imendumist 50-70%, samas kui joogid, mis sisaldasid 100-400 mg polüfenoole toidukorra kohta, vähendasid raua imendumist 60-90%. **Imendumist pärssiv mõju oli mustal teel 79-94%, piparmündil 84%, mündil 73%, kakaol 71%, raudürdil 59% ja kummelil 47%**. Identsete polüfenoolide kontsentratsioonide puhul oli must tee pärssivam kui kakao ja taimeteed (kummel, raudürt, münt), aga võrdne piparmünditeega. Piima lisamine kohvi või tee sisse oli pärssivusele väikese või puuduva mõjuga. Need uuringud näitavad, et taimeteed, nagu ka must tee, kohv ja kakao võivad olla tugevateks raua imendumise takistajateks.²⁵

Andmed **tee tanniinisalduse kohta on lahkevad**. Tanniinirikkuse järgi saab reastada teed järgmiselt: must tee (13,36% keskmiselt), oolong tee (8,66% keskmiselt) ja roheline tee

(2,65% keskmiselt). Samas on andmeid selle kohta, et rohelise tee tanniinisaldus on hoopis suurem kui mustas tees. Nende andmete suur erinevus võib tulneda erinevustest töötlemise protsessis, teehehete vanusest, kliimaatilistest ja pinnase tekstuuri erinevusest. Tanniin on tanniinhappe vorm, üks polüfenoolsetest ühenditest teehehetes. Siinkohal on oluline mainida, et üldine polüfenoolidesisaldus rohelises tees on märkimisväärselt kõrgem kui mustas tees.²⁶

KOKKUVÕTE

Toitumisnõustaja tunneb rauarikkaid toiduaineid, oskab eristada heemse ja mitteheemse raua allikaid ning soovitada kliendile tasakaalustatud menüüd, milles on arvesse võetud eelpooltoodud soovitusi. Toitumisnõustaja teab raua üleküllusega seotud ohtusid ning teab, millal klient suunata arsti vt spetsialistide nõustamisele. Toitumisnõustaja ei anna nõu haigusega seonduvas, ei määra haiguspuhuseid dieete ega toidulisandeid. Nende osas teeb koostööd neid määranud isikuga.

Toitumisterapeut annab ka haiguspuhust nõu, tehes koostööd arstide jt spetsialistidega, kuid ei interpreteeri analüüse ega määra ise toidulisandeid, v. a juhtudel, kui ta on saanud vastava väljaõppe.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Pitsi, T., jt. (2015). Eesti toitumis- ja liikumissoovitused. Tervise Arengu Instituut.
2. Ems T., Huecker M. R. Biochemistry, Iron Absorption. (last update April 6, 2020) <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK448204/?report=classic>
3. Abbaspour N., Hurrell R. I., Kelishadi R. (2014). Review on iron and its importance for human health. *Journal of Research of Medical Sciences*, 19(2), 164–174.
4. Lane D. J. R., Jansson P.J., Richardson D. R. (2016). Bonnie and Clyde: Vitamin C and Iron Are Partners in Crime in Iron Deficiency Anaemia and Its Potential Role in the Elderly. *Aging (Albany NY)*, 8(5), 1150-2.
5. Vihalemm T. (2012). Raud – väga vajalik ja samas ohtlik mineraalne. *Toitumisteraapia* 4, 27-29.
6. Le Blanc, S., Garrick, M. D., Arredondo, M. (2012). Heme carrier protein 1 transports heme and is involved in heme-Fe metabolism. *Cell Physiology*, 302(12), C1780-1785.
7. Burke, R. M., Leon, J. S., Suchdev, P. S. (2014). Prevention and Treatment of Iron Deficiency during the First 1000 Days. *Nutrients*, 6, 4093-4114.
8. Tartu Ülikooli Kliinikum, Hematoloogia-Onkoloogiakliinik. Aneemiad. Kasutatud 01.10.2020, <http://archive.is/iRcS>
9. Nutridata (tka.nutridata.ee) ja FoodData Central (endine nutritiondata.self.com) toidu koostise andmebaasid. Kasutatud 03.06.2020.

10. Alves C., Saleh A., Alaofè H. (2019). Iron-containing cookware for the reduction of iron deficiency anemia among children and females of reproductive age in low- and middle-income countries: A systematic review. *PLoS One*, 14(9):e0221094.
11. García-Casal M. N., Layrisse M., Solano L., Barón M. A., Arguello F., Llovera D., Ramírez J., Leets I., Tropper E. (1998). Vitamin A and Beta-Carotene Can Improve Nonheme Iron Absorption From Rice, Wheat and Corn by Humans. *Journal of Nutrition*, 128(3), 646-50.
12. Walczyk, T., Davidsson, L., Rossander-Hulthen, L., Hallberg, L., Hurrell, R. F. (2003). No enhancing effect of vitamin A on iron absorption in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 77(1), 144-9.
13. Iron. Oregon State University koduleht. Kasutatud 03.06.2020, <https://lpi.oregonstate.edu/mic/minerals/iron>
14. Lotfi M., Azizi M., Worya Tahmasbi W., Parviz Bashiri P. (2018). The Effects of Consuming 6 Weeks of Beetroot Juice (*Beta vulgaris L.*) on Hematological Parameters in Female Soccer Players. *Journal of Kermanshah University Medical Sciences*, 22(3):e82300.
15. Cook J. D., Reddy M. B., Hurrell R. F. (1995). The effect of red and white wines on nonheme-iron absorption in humans. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 61(4), 800–804.
16. Mehta K., Farnaud S., Patel V. B. (2016). Chapter 28 - Molecular Effects of Alcohol on Iron Metabolism. *Molecular Aspects of Alcohol and Nutrition*, pages 355-368.
17. Cylwik B., Chrostek L., Szmitkowski M. (2008). [The Effect of Alcohol on Iron Metabolism] *Pol Merkur Lekarski*, 24(144), 561-4.
18. Whitfield J. B., Zhu G., Heath A. C., Powell L. W, Martin N. G. (2001). Effects of Alcohol Consumption on Indices of Iron Stores and of Iron Stores on Alcohol Intake Markers. *Alcoholism: Clinical and Experimental Research*, 25(7),1037-45.
19. Ioannou G. N., Dominitz J. A., Weiss N. S., Heagerty P. J., Kowdley K.V. (2004). The Effect of Alcohol Consumption on the Prevalence of Iron Overload, Iron Deficiency, and Iron Deficiency Anemia. *Gastroenterology*, 126(5), 1293-301.
20. Andrews R. Phytates and phytic acid. Here's what you need to know. <https://www.precisionnutrition.com/all-about-phytates-phytic-acid>
21. <https://www.sciencedirect.com/topics/medicine-and-dentistry/phytate>
22. https://en.wikipedia.org/wiki/Phytic_acid
23. https://en.wikipedia.org/wiki/Oxalic_acid
24. Abrokwah F. K., Asamoah K. A., Esubonteng P. K. A. (2009). Effects of the Intake of Natural Cocoa Powder on Some Biochemical and Haematological Indices in the Rat. *Ghana Medical Journal*, 43(4), 164–168.
25. Hurrell R.F., Reddy M., Cook J.D. (1999). Inhibition of non-haem iron absorption in man by polyphenolic-containing beverages. *British Journal of Nutrition*, 81(4), 289-295.
26. Khasanabis, J., Rai, C., Roy, A. (2015). Determination of tannin content by titrimetric method from different types of tea. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7(6), 238-241.

Lisa 1

Väga kõrge rauasisadlusega toiduained (alates 4,4 milligrammi 100 g kohta. Päevane vajadus rauale on 10-15 mg))

(Nutridata andmebaasi alusel 01.2019)

Maitseürdid	
Majoraan, petersell, pune, kuivatatud	44-83 mg
Murulauk, külmuivatatud	20.0 mg
Tüümian värске	20.0 mg
Pune, rosmariin, värске	8,5-8.6 mg
Basiilik, salvei, värске	4,5-5.5 mg
Maitseained	
Ingver, kurkum	üle 40 mg
Garam masala maitseainesegu	30 mg
Paprikapulber	23.6 mg
Köömned	16.2 mg
Kuivpärm	16.1 mg
Nelk, safran, kardemon	10-12 mg
Kaneel, koriandri seemned	8,0- 8.3 mg
Piprad	
Maca juur, kuivatatud	14.8 mg
Veretooted	
Seaveri, toores	37.0 mg
Verivorst, verileib	11-14 mg
Siseelundid	
Seamaks, toores	31.0 mg
Maksapasteet	4,5-20 mg
Neerud	12.0 mg
Broilerimaks	8-11 mg
Veisemaks, toores	8.3 mg
Foie gras (hanemaksast)	4.5 mg
Vetikad	
Spirulina vetikas, kuivatatud	28.5 mg
Nori vetikalehed, kuivatatud	19.6 mg
Kaunvili	
Lambaläätsed	23.3 mg
Sojapulber, -šnitsel, -hellbed	12-15.5 mg
Sojavalk	10.8 mg
Läätsed, kuivatatud	9.35 mg
Oad, kuivatatud, keskmiselt	9.1 mg
Sojaoad, kuivatatud	8.4 mg
Sojajahu, täisrasvane	7.0 mg
Sojaoad, keedetud	5.14 mg
Teravili	

Nisukliid	19.0 mg
Hommikusöögihelbed	8-12.0 mg
Kaer, paisutatud	12.0 mg
Kaerakliid	8.0 mg
Kinoa, kuivaine	8.0 mg
Kamapallid, õhitud	7.64 mg
Kaerajahu, täistera (Veski Mati)	6,39 mg
Kaerahelbed, kuivaine	6.3 mg
Munguba, kuivatatud	6.3 mg
Müsli	5.6 mg
8-viljahelbed kliidega (Veski Mati)	5.24 mg
Täisteranisujahu	5.2 mg
Nisuhelbed, kuivaine	5.0 mg
Maisihelbed	5.0 mg
Südamesepik (Fazer)	4.71 mg
Odrajahu	4.5 mg
Neljaviiljahelbed, kuivaine (Helen)	4.46 mg
Täisteraleib	4.4 mg
Speltanisu terad, kuivaine	4.4 mg
Täisteramüsli, kuivatatud puuviljadega (Veski Mati)	4.4mg
Kakao, šokolaad	
Kakaopulber	13.0 mg
Šokolaad, tume, 70% kakaod	8.16 mg
Seemned	
Seesamiseemned, koorimata	14.6 mg
Kanepiseemned, koorimata	14.0 mg
Kanepijahu	12.0 mg
Kõrvitsaseemned, kuivatatud	10.0 mg
Mooniseemned	9.5 mg
Sinepiseemned	9.21 mg
Kanepiseemned, kooritud	7.95 mg
Tšiiseemned	7.72 mg
Amaranti seemed	7.6 mg
Meloni seemed	7.6 mg
Arbuusiseemned	7.28 mg
Linaseemned	7.3 mg
Seesamiseemned, kooritud	6.6 mg
India pähklid	6.68 mg
Piiniaseemned	5.53 mg
Päevalilleseemned, kooritud	5.4mg
Mereannid	
Must ja punane kalamari	1.9 mg
Austrikonserv, veega	9.1 mg

Rannakarbid, konserveeritud	8.44 mg
Sinimerekarbid, toored	7.7 mg
Tigu, konserveeritud	7.4 mg
Silm, suitsutatud	6.1 mg
Siiamari	5.9 mg
Krevetid, konserveeritud	5.1 mg
Tuunikalakonserv, õliga	4.8 mg

Lisa 2. Suurima C-vitamiinisisaldusega toiduained

(Nutridata andmebaasi alusel (01.03.20))

Toiduaine nimetus	100 g kohta
Kibuvitsamarjad	840 mg
Tšillipipar	240 mg
Guajaav	230 mg
Paprika, kollane	205 mg
Petersell, värsk	190 mg
Paprika, punane	185 mg
Paprika, keskmiselt	168 mg
Astelpajumarjad	165 mg
Mädarõigas, toores	152 mg
Karulauk	150 mg
Mustad sõstrad	150 mg
Punased sõstrad	134 mg
Brokoli	120 mg
Hapuoblikas	117 mg
Paprika, roheline	115 mg
Lehtkapsas	110 mg
Murakad	100 mg
Pihlakamarjad	98 mg
Rooskapsas	90 mg
Till, värsk	86 mg
Papaia	80 mg
Suhkruherned	66.4 mg
Koriander, värsk	63 mg
Lillkapsas	61.5 mg
Pomelo	61 mg
Brokoli, aurutatud	60 mg
Maasikad	60 mg
Nuikapsas	60 mg
Spinat	60 mg
Kiivi	59 mg
Kress-salat	59 mg

Peakapsas, punane	59 mg
Kaalikas	57.1 mg
Apelsin	54 mg
Sidrun / Laim	49.5 mg
Savoia kapsas	49 mg
Apelsinimahl, värsk	48 mg
Hiina lehtkapsas	45 mg
Litši	45 mg
Pune, värsk	45 mg
Mandariin	42 mg
Sibul, kuivatatud	42 mg
Tomatipasta	42 mg
Juurpetersell	41 mg
Roheline sibul	41 mg
Naeris	40 mg
Lehtpeet	39 mg
Lillkapsas, aurutatud	38.3 mg
Peakapsas, valge	37.4 mg
Goji marjad, kuivatatud	37 mg
Mango	37 mg
Greip	36 mg
Apelsinimahl	35 mg
Virsik / Nektariin	34 mg
Apteegitill	31 mg
Foie gras, pardimaksast, konserveeritud	31 mg
Tähtvili	31 mg
Virsik / Nektariin, kiviga	30.5 mg
Granadill	30 mg
Karusmarjad	30 mg
Rosmariin, värsk	29 mg
Arooniamarjad	28 mg
Basiilik, värsk	26 mg
Kastanid, küpsetatud	26 mg
Ebaküdoonia	25 mg
Porrulauk	25 mg
Redis	24,4 mg
Valge rõigas	24 mg
Metsmaasikad	23.8 mg
Murulauk	23 mg
Vaarikad	20.5 mg
Sojaviiner	20.3 mg
Herned	20 mg
Jõhvikad	20 mg

Hurmaa	19 mg
Herned, külmutatud	18 mg
Hiina kapsas	17.1 mg
Melon, erinevad liigid	17 mg
Suvikõrvits, erinevad liigid	17 mg
Pastinaak	16.6 mg
Läätsed, idandatud	16.5 mg
Edamame oad	15.7 mg
Granaatõunamahl	15.1 mg
Annoona	15 mg
Aprikoosinektar	15 mg
Hapukapsas	15 mg
Mustikad	15 mg
Põldmarjad	15 mg
Rukola	15 mg
Sojaoa idud	15 mg
Tomat	14.1 mg
Datlid	14 mg
Külmutatud porgand, herned, lillkapsas, oad	14 mg
Granaatõun	13 mg
Ananass	12 mg
Ananass, konserveeritud, vedelikuta	12 mg
Külmutatud herned, porgand	12 mg
Spargel	12 mg
Spinat, külmutatud	11.9 mg
Banaan	11 mg
Füüsal	11 mg
Juurseller	11 mg
Mungoa idud	11 mg
Viinamarjad	10.8 mg
Peet	10 mg
Ploom	10 mg